

17. 9. 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 11 NOV 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   9 月 2 4 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 3 3 1 8 8 4  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 3 3 1 8 8 4 ]

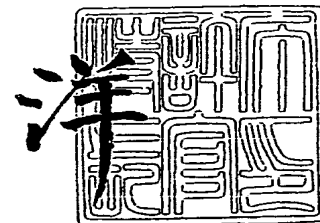
出   願   人            T D K 株 式 会 社  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 0 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

出証番号   出証特 2 0 0 4 - 3 0 9 7 4 4 3

【書類名】 特許願  
【整理番号】 99P06223  
【提出日】 平成15年 9月24日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G03H 1/04  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内  
    【氏名】 塚越 拓哉  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内  
    【氏名】 吉成 次郎  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内  
    【氏名】 三浦 栄明  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内  
    【氏名】 水島 哲郎  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003067  
    【氏名又は名称】 T D K株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100076129  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 松山 圭佑  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100080458  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 高矢 諭  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100089015  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 牧野 剛博  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 006622  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

レーザ光を参照光及び物体光に分岐し、参照光を参照光学系に導き、且つ、物体光を物体光学系に導き、前記参照光学系では参照光を位相空間変調し、前記物体光学系では物体光を振幅空間変調し、それぞれホログラフィック記録媒体に照射して、干渉縞を記録するホログラフィック記録方法であって、

予め必要な位相コードパターンがホログラムとして記録されている位相コードマスクにより、前記参照光学系における参照光の位相空間変調をすることを特徴とするホログラフィック記録方法。

**【請求項 2】**

レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を分岐した一方を、参照光としてホログラフィック記録媒体に導く参照光学系と、前記分岐された他方のレーザ光を物体光としてホログラフィック記録媒体に導く物体光学系と、前記参照光学系に配置され、予め必要な位相コードパターンがホログラムとして記録されていて、参照光を位相空間変調する位相コードマスクと、前記物体光学系に配置され、記録すべき情報に応じて、物体光を振幅空間変調する振幅空間光変調器と、を有してなり、前記位相空間変調された参照光と振幅空間変調された物体光とを前記ホログラフィック記録媒体に照射して前記情報をホログラフィック記録することを特徴とするホログラフィック記録装置。

**【請求項 3】**

請求項 2 において、前記位相コードマスクには、位相コードパターンが角度多重記録されていることを特徴とするホログラフィック記録装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 において、前記レーザ光に対する前記位相コードマスクの角度及び該位相コードマスクへのレーザ光の入射光度の少なくとも一方を変調する角度変調装置を設けたことを特徴とするホログラフィック記録装置。

**【請求項 5】**

請求項 2 において、前記位相コードマスクには、位相コードパターンが球面シフト多重記録されていることを特徴とするホログラフィック記録装置。

**【請求項 6】**

請求項 5 において、前記入射するレーザ光に対して、直角方向に前記位相コードマスクを並進移動させるマスク駆動装置を設けたことを特徴とするホログラフィック記録装置。

**【請求項 7】**

請求項 2 乃至 6 のいずれかにおいて、前記レーザ光源からのレーザ光のビーム径を拡大するビームエキスパンダを設け、前記位相コードマスクは前記ビーム径を拡大したレーザ光の分岐手段とされ、該レーザ光の、前記位相コードマスクでの回折光が参照光とされ、且つ、透過光が物体光とされることを特徴とするホログラフィック記録装置。

**【請求項 8】**

位相コードパターンがホログラムとして記録されていて、照射されるレーザ光を前記位相コードパターンにより位相変調するようにされた位相コードマスクと、レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光のビーム径を拡大するビームエキスパンダと、前記ビーム径を拡大されたレーザ光を、前記位相コードマスクに照射し、その回折光をホログラフィック記録媒体に導く参照光学系と、この参照光学系で、前記位相コードマスクの後に配置されたフーリエレンズと、前記ホログラフィック記録媒体に照射された参照光により形成される回折光を受光して情報を再生する CCD と、を有してなり、前記ホログラフィック記録媒体には、予め、情報が前記位相コードマスクの位相コードパターンに対応して位相コード多重記録されていることを特徴とするホログラフィック再生装置。

**【請求項 9】**

請求項 8 において、前記位相コードマスクには、位相コードパターンが多重記録され、且つ、ホログラフィック記録媒体には、情報が位相コード多重記録されていて、前記位相コードマスクは、記録されている位相コードパターンの一つを再現するように、マスク駆

動装置により制御可能とされたことを特徴とするホログラフィック再生装置。

【請求項 1 0】

レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光のビーム径を拡大するビームエキスパンダと、前記ビーム径を拡大されたレーザ光を、振動面が直交する 2 つの直線偏光に分離する偏光ビームスプリッタと、この偏光ビームスプリッタにより、分岐された一方の直線偏光をホログラフィック記録媒体に導く参照光学系と、他方の直線偏光をホログラフィック記録媒体に導く物体光学系と、前記参照光学系に、前記偏光ビームスプリッタ側から順に配置された、1 / 2 波長板、位相コードマスク及びフーリエレンズと、前記位相コードマスクを駆動するマスク駆動装置と、前記物体光学系に、前記偏光ビームスプリッタ側から順に配置された振幅空間光変調器及びフーリエレンズと、を有してなり、前記位相コードマスクは、位相コードパターンがホログラムとして多重記録されていて、照射された参照光を前記位相コードパターンにより位相変調するようにされ、前記振幅空間光変調器は記録すべき情報に応じて物体光を振幅変調するようにされ、前記位相変調された参照光と振幅変調された物体光をホログラフィック記録媒体に照射して、その干渉縞により情報を位相コード多重記録することを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

**【書類名】 明細書****【発明の名称】** ホログラフィック記録方法、その装置及びホログラフィック記録再生装置**【技術分野】****【0001】**

この発明は、物体光と参照光とをホログラフィック記録媒体に照射して干渉縞を記録するためのホログラフィック記録方法、その装置及びホログラフィック記録再生装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来のこの種のホログラフィック記録方法あるいはホログラフィック記録再生装置において、位相コード多重記録を行なう場合は、位相空間光変調器により参照光を位相空間変調することによって、位相コードパターンを形成し、記録すべき情報に応じて振幅空間光変調された物体光と共にホログラフィック記録媒体に照射して、干渉縞を形成するようにされている。

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

上記のように、従来のホログラフィック記録方法において、位相コード多重記録を行なう場合は、参照光学系に位相空間光変調器を設けなければならず、ホログラフィック記録装置を、大型化し、且高価とするという問題点があった。

**【0004】**

この発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、高価且つ大型の位相空間光変調器を用いることなく、位相コード多重記録をすることができるようにしたホログラフィック記録方法、その装置、及び、ホログラフィック記録再生装置を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

本発明者は、鋭意研究の結果、位相空間光変調器に代えて、位相コードマスクを用いることにより、ホログラフィック記録装置を大型化且つ高コスト化することなく、位相コード多重記録ができることが分かった。

**【0006】**

即ち、以下の本発明により上記課題を解決することができる。

**【0007】**

(1) レーザ光を参照光及び物体光に分岐し、参照光を参照光学系に導き、且つ、物体光を物体光学系に導き、前記参照光学系では参照光を位相空間変調し、前記物体光学系では物体光を振幅空間変調し、それぞれホログラフィック記録媒体に照射して、干渉縞を記録するホログラフィック記録方法であって、予め必要な位相コードパターンがホログラムとして記録されている位相コードマスクにより、前記参照光学系における参照光の位相空間変調をすることを特徴とするホログラフィック記録方法。

**【0008】**

(2) レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を分岐した一方を、参照光としてホログラフィック記録媒体に導く参照光学系と、前記分岐された他方のレーザ光を物体光としてホログラフィック記録媒体に導く物体光学系と、前記参照光学系に配置され、予め必要な位相コードパターンがホログラムとして記録されていて、参照光を位相空間変調する位相コードマスクと、前記物体光学系に配置され、記録すべき情報に応じて、物体光を振幅空間変調する振幅空間光変調器と、を有してなり、前記位相空間変調された参照光と振幅空間変調された物体光とを前記ホログラフィック記録媒体に照射して前記情報をホログラフィック記録することを特徴とするホログラフィック記録装置。

**【0009】**

(3) 前記位相コードマスクには、位相コードパターンが角度多重記録されていること

を特徴とする (2) のホログラフィック記録装置。

【0010】

(4) 前記レーザ光に対する前記位相コードマスクの角度及び該位相コードマスクへのレーザ光の入射光度の少なくとも一方を変調する角度変調装置を設けたことを特徴とする (3) のホログラフィック記録装置。

【0011】

(5) 前記位相コードマスクには、位相コードパターンが球面シフト多重記録されていることを特徴とする (2) のホログラフィック記録装置。

【0012】

(6) 前記入射するレーザ光に対して、直角方向に前記位相コードマスクを並進移動させるマスク駆動装置を設けたことを特徴とする (5) のホログラフィック記録装置。

【0013】

(7) 前記レーザ光源からのレーザ光のビーム径を拡大するビームエキスパンダを設け、前記位相コードマスクは前記ビーム径を拡大したレーザ光の分岐手段とされ、該レーザ光の、前記位相コードマスクでの回折光が参照光とされ、且つ、透過光が物体光とされることを特徴とする (2) 乃至 (6) のいずれかのホログラフィック記録装置。

【0014】

(8) 位相コードパターンがホログラムとして記録されていて、照射されるレーザ光を前記位相コードパターンにより位相変調するようにされた位相コードマスクと、レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光のビーム径を拡大するビームエキスパンダと、前記ビーム径を拡大されたレーザ光を、前記位相コードマスクに照射し、その回折光をホログラフィック記録媒体に導く参照光学系と、この参照光学系で、前記位相コードマスクの後に配置されたフーリエレンズと、前記ホログラフィック記録媒体に照射された参照光により形成される回折光を受光して情報を再生する CCD と、を有してなり、前記ホログラフィック記録媒体には、予め、情報が前記位相コードマスクの位相コードパターンに対応して位相コード多重記録されていることを特徴とするホログラフィック再生装置。

【0015】

(9) 前記位相コードマスクには、位相コードパターンが多重記録され、且つ、ホログラフィック記録媒体には、情報が位相コード多重記録されていて、前記位相コードマスクは、記録されている位相コードパターンの一つを再現するように、マスク駆動装置により制御可能とされたことを特徴とする (8) のホログラフィック再生装置。

【0016】

(10) レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光のビーム径を拡大するビームエキスパンダと、前記ビーム径を拡大されたレーザ光を、振動面が直交する 2 つの直線偏光に分離する偏光ビームスプリッタと、この偏光ビームスプリッタにより、分岐された一方の直線偏光をホログラフィック記録媒体に導く参照光学系と、他方の直線偏光をホログラフィック記録媒体に導く物体光学系と、前記参照光学系に、前記偏光ビームスプリッタ側から順に配置された、1/2 波長板、位相コードマスク及びフーリエレンズと、前記位相コードマスクを駆動するマスク駆動装置と、前記物体光学系に、前記偏光ビームスプリッタ側から順に配置された振幅空間光変調器及びフーリエレンズと、を有してなり、前記位相コードマスクは、位相コードパターンがホログラムとして多重記録されていて、照射された参照光を前記位相コードパターンにより位相変調するようにされ、前記振幅空間光変調器は記録すべき情報に応じて物体光を振幅変調するようにされ、前記位相変調された参照光と振幅変調された物体光をホログラフィック記録媒体に照射して、その干渉縞により情報を位相コード多重記録することを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

【発明の効果】

【0017】

本発明においては、位相空間光変調器に代えて、位相コードマスクを用いるので、ホログラフィック記録装置を小型化且つ低コスト化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

ホログラフィック記録装置における参照光学系に、予め必要な位相コードパターンがホログラムとして記録されている位相コードマスクを配置して、参照光の位相空間変調をすることにより、上記目的を達成する。

## 【実施例1】

## 【0019】

以下図1を参照して本発明の実施例1について説明する。

## 【0020】

この実施例1に係るホログラフィック記録装置10は、レーザ光源12と、このレーザ光源12から出射されたレーザ光のビーム径を拡大して平行なレーザ光とするビームエキスパンダ14と、このビームエキスパンダ14によってビーム径が拡大されたレーザ光を、振動面が直交する2つの直線偏光に分離する偏光ビームスプリッタ16と、この偏光ビームスプリッタ16を透過した一方の直線偏光をホログラフィック記録媒体18に導く参照光学系20と、前記偏光ビームスプリッタ16において反射された他方の直線偏光を前記ホログラフィック記録媒体18に導く物体光学系22と、を有して構成されている。

## 【0021】

前記参照光学系20には、前記偏光ビームスプリッタ16側から、1/2波長板24、位相コードマスク26、フーリエレンズ28がこの順で配置されている。

## 【0022】

又、前記物体光学系22には、偏光ビームスプリッタ16側から、振幅空間光変調器30とフーリエレンズ32が配置されている。

## 【0023】

前記位相コードマスク26は、例えば、後述の角度多重記録あるいは球面シフト多重記録によって、位相コードパターンがホログラム記録されていて、非変調の参照光が照射されると、これを回折することによって位相変調し、フーリエレンズ28を介してホログラフィック記録媒体18に照射される。

## 【0024】

従って、このホログラフィック記録装置10は、高価且つ大型な位相空間光変調器を用いることなく、位相コード記録をすることができる。

## 【0025】

なお、図1において、位相コードマスク26は、反射光として回折光を出射する反射型であるが、本発明はこれに限定されるものでなく、透過型であってもよい。

## 【0026】

次に、図2を参照して、上記ホログラフィック記録装置10においてホログラフィック記録されたホログラフィック記録媒体18の情報を再生する場合について説明する。

## 【0027】

図2において、図1と同一部分には同一符号を付することにより説明を省略するものとする。

## 【0028】

このホログラフィック再生装置34は、図1のホログラフィック記録装置10における1/2波長板24を除いた構成の参照光学系20と、ホログラフィック記録媒体18に発生した回折光を、結像レンズ36を介して受光するCCD38とを備えている。

## 【0029】

このホログラフィック再生装置34において、再生用のレーザ光は、ビームエキスパンダ14によってビーム径を拡大された後、位相コードマスク26によって位相変調されて反射され、フーリエレンズ28により位相変調パターンのフーリエ変換が施されながら収束してホログラフィック記録媒体18に照射される。

## 【0030】

このホログラフィック記録媒体18には前記位相変調パターンをアドレスとするホログラムが記録されていて、再生用レーザ光（参照光）の照射によって回折像（再生像）とし

てデータが出射される。再生像は結像レンズ 36 によって CCD 38 の受光面上に結像され、CCD 38 はこれを検出・信号処理及び復号化してデータを再生することになる。

#### 【実施例 2】

##### 【0031】

次に、図 3 及び図 4 を参照して、本発明の実施例 2 に係るホログラフィック記録装置 40 について説明する。

##### 【0032】

このホログラフィック記録装置 40 は、位相コードパターンがシフト多重記録された位相コードマスク 42 を用いるものである。

##### 【0033】

このホログラフィック記録装置 40 の構成部分のうち、前記ホログラフィック記録装置 10 を構成する部分と同一部分には、図 1 に示される符号と同一符号を付することにより説明を省略するものとする。

##### 【0034】

このホログラフィック記録装置 40 においては、前記位相コードマスク 42 は、マスク駆動装置である並進装置 44 により、図 3 及び図 4 において、符号 X 及び Y で示される方向に並進移動できるように支持されている。

##### 【0035】

又、このホログラフィック記録装置 40 において、1/2 波長板 24 を透過したレーザー光は、集光レンズ 46 により位相コードマスク 42 内に集光され、且つ、該位相コードマスク 42 からの回折光（反射光）は結像レンズ 48 により平行ビームとされて、前記フーリエレンズ 28 を介してホログラフィック記録媒体 18 に入射するようにされている。他の構成は、図 1 に示されるホログラフィック記録装置 10 の構成と同一である。

##### 【0036】

ここで、前記位相コードマスク 42 は、図 4 に示されるように、その内部に予め多くの位相コードパターンがホログラム 43 として記録されている。従って、集光レンズ 46 を通って位相コードマスク 42 に照射された参照光は、該位相コードマスク 42 によって回折（反射）されることにより、前記記録されている位相コードパターンのうち任意の再現パターンによって位相変調される。

##### 【0037】

一方、物体光は振幅空間光変調器 30 によって記録すべき情報（データ）が付与されていて、前記位相変調された参照光との干渉縞をホログラフィック記録媒体 18 に記録することで、いわゆる位相コード多重記録が実現する。

##### 【0038】

従って、従来の位相コード多重記録と同様に、このホログラフィック記録装置 40 においては、マスク駆動装置 44 により位相コードマスク 42 を X、Y 方向に並進させて位相変調パターンを順次変化させることにより、異なるデータパターンをホログラフィック記録媒体 18 の同一の場所に多重記録することができる。

##### 【0039】

又、情報再生時も同様にして、位相コードマスク 42 の並進移動によって所望の位相コードパターンを呼び出し、これにより変調された参照光を、前記位相コードパターンが多重記録されているホログラフィック記録媒体 18 に照射することで、再生したい情報を呼び出すことができる。

##### 【0040】

即ち、このホログラフィック記録装置 40 においては、記録再生の原理は位相コード多重記録でありながら、メカニカルなアクセス方法はシフト多重記録と等価であり、あるいは、このホログラフィック記録装置 40 は、シフト多重記録の動作を位相コード多重記録に変換するシステムであるとも言える。

##### 【0041】

この実施例 2 に係るホログラフィック記録装置 40 によって、ホログラフィック記録媒



体 18 にホログラフィック記録することができるので、高コスト且つ大型の位相空間光変調器を用いることなく、記録特性に優れた位相コード多重記録を実現することができる。

【0042】

更に、この実施例 2 の場合、必要な位相コードパターンの総数（以下コード数）に応じて位相変調手段である位相コードマスク 42 の寸法や機能を制限できるという利点がある。

【0043】

これに対して、従来の位相コード多重記録では、コード数の大小に拘わりなく総画素数一定の電子制御位相空間光変調器を用い、使用する画素数を制限する場合には、複数の画素からなる画素ブロックを 1 画素とみなす等の方法を探っていた。これは、機能の無駄であり、画素ブロック内部の画素境界領域の存在自体が変調パターンのノイズ要因になってしまう。本発明によれば、任意の画素数で変調することが可能な上、必要最小限のコード数を記録するようにして、回折効率の最大化、素子寸法の最小化を図ることができる。

【0044】

次に、上記各実施例において用いられる位相コードマスクの製造過程について説明する。

【0045】

図 5 は、反射型位相コードマスクのためのコードマスク製造装置 50 を示す。このコードマスク製造装置 50 は、レーザ光源 52 と、前記図 1、図 2 のビームエキスパンダ 14 と同様のビームエキスパンダ 54 と、このビームエキスパンダ 54 によりビーム径が拡大された平行なレーザ光を、振動面が直交する 2 つの直線偏光に分離するための偏光ビームスプリッタ 56 と、この偏光ビームスプリッタ 56 を透過した一方の直線偏光を、位相コードマスク材料 58 に導くための参照光学系 60 と、前記偏光ビームスプリッタ 56 で反射された他方の直線偏光を前記位相コードマスク材料 58 に対して、前記参照光学系 60 の反対側から導くための物体光学系 62 と、前記参照光学系 60 に、偏光ビームスプリッタ 56 側から順に配置された  $1/2$  波長板 64 と、位相空間光変調器 66 とを備えている。符号 57 は全反射ミラーを示す。

【0046】

前記位相空間光変調器 66 は、位相制御装置 68 を介して位相コード生成装置 70 から出力される位相コードに従って、参照光を位相変調するようにされている。

【0047】

前記レーザ光源 52 は、例えば He-Ne レーザや Nd:YAG レーザ等の、コヒーレンスの高い光源であって、前記位相空間光変調器 66 に表示される位相変調パターンは、例えば図 6 に示されるようになり、この位相変調パターンは、位相コード生成装置 70 によって作られ、前記位相制御装置 68 によって光学的あるいは電氣的に位相空間光変調器 66 に伝達される。

【0048】

前記位相空間光変調器 66 における、例えば図 6 に示されるような位相変調の状態について説明する。ここでは、一例として、一次元 8 画素の Walsh-Hadamard コードによる変調を用いているが、ホログラフィック記録の要求特性に応じて、二次元変調や他の符号化コードを用いてもよい。

【0049】

図 6 において白い画素と斜線の画素との間には、図 7 に示されるように、 $\lambda/2$  即ち  $1/2$  波長（位相では  $\pi$ ）に当たる位相差が生じるようになっている。なお、最小位相差を  $\pi/2$ 、 $\pi/4$  等として、グレイスケールの変調を行なってもよい。

【0050】

このコードマスク製造装置 50 においては、レーザ光源 52 からのレーザ光はビームエキスパンダ 54 によってそのビーム径が拡大された後、偏光ビームスプリッタ 56 を透過する p 偏光と反射する s 偏光とに分岐される。透過光である p 偏光は、ミラー 57 により反射された後、 $1/2$  波長板 64 で s 偏光とされ、位相空間光変調器 66 を透過する際に

、該位相空間光変調器 66 に表示される位相変調パターンに応じて位相変調され、位相コードマスク材料 58 に照射される。

【0051】

一方、前記偏光ビームスプリッタ 56 での反射光である s 偏光は、ミラー 57 により反射されて、前記位相コードマスク材料 58 に対して、前記位相空間光変調器 66 で位相変調された参照光と反対側から照射される。

【0052】

これによって、位相コードマスク材料 58 には 2 つの s 偏光の干渉による光学的干渉縞が生じて記録される。

【0053】

このようにして製造された位相コードマスクは、図 5 において左側から非変調ビームが照射されると回折光として位相変調された参照光を射出するようになっている。

【0054】

前記位相コードマスク材料 58 に、参照光と物体光により位相コードが記録される様子を、図 8 を参照して更に詳細に説明する。

【0055】

図 8 に示されるように、位相コードマスク材料 58 に対して、左側から入射する非変調の物体光と右上から入射する位相変調された参照光による干渉縞が該位相コードマスク材料 58 に記録される。

【0056】

前記参照光は、前記位相空間光変調器 66 によって、位相コード生成装置 70 で生成された位相コードを示すパターンで位相変調されているので、記録された干渉縞は回折格子（体積ホログラム）として、位相コードが多重記録されている。

【0057】

従って、図 9 に示されるように、位相コードが干渉縞として多重記録された位相コードマスク 72 に対して、非変調物体光が入射すると回折光として位相変調参照光が出射し、あるいはその逆に、位相変調された参照光を照射すると、非変調の物体光が出射する。

【0058】

なお、前記図 8 及び図 9 に示される位相コードマスク材料 58 あるいは位相コードマスク 72 は、位相反射型の体積ホログラムであるが、本発明はこれに限定されるものでなく、透過型や振幅型のホログラムであってもよい。

【0059】

但し、参照光の位相情報を記録する必要があるので、位相コードマスクは体積ホログラムである必要がある。又、その厚さは、使用する記録時のレーザ光の波長に比べて少なくとも 10 倍程度である必要がある。

【0060】

更に、ホログラム記録時のレーザ光利用効率の観点から、位相コードマスクの回折効率は 100% に近いほど好ましいので、振幅型よりも位相型のホログラムがよい。位相型のうち、反射型と透過型に関しては、理論上はほぼ 100% の回折効率を得られるので反射型と透過型のどちらでもよく、ホログラム記録時の光学系設計に合わせて自由に選択される。

【0061】

次に、位相コードマスクに角度多重記録を行なう場合について、図 10 を参照して説明する。この場合、マスク駆動装置として、位相コードマスク材料 58 の参照光及び物体光に対する角度を変調する角度変調装置 73 を用いる。

【0062】

図 10 (A) において、No. 1 で示される位相コードパターンを記録する場合、該位相コードマスク材料 58 の表面の法線 59 と物体光 Ob とのなす角度が  $\theta 1$  となるようにしておき、位相コードマスク材料 58 の感光感度を使い切らない程度に露光する。

【0063】

次に、図10 (B) に示されるように、角度変調装置73により位相コードマスク材料58を回転させて、前記法線59と物体光Obとのなす角度を $\theta_2$ とし、位相コードパターンを、No. 2により示されるような、位相コードパターンに代えて、前記と同様に露光する。

#### 【0064】

これにより、No. 1及びNo. 2の位相コードパターンを含んだ2枚のホログラムが位相コードマスク材料58に角度多重記録されて、図10 (C) 又は (D) に示される位相コードマスク58Aとなる。

#### 【0065】

この位相コードマスク58Aを使用する場合は、図10 (C) に示されるように、左側から非変調の参照光（位相コードマスク作成時の物体光）が入射すると、回折によってNo. 1の位相コードパターンで位相変調された参照光が左下に向けて出射する。

#### 【0066】

この位相変調された参照光を用いて、例えば図1に示されるホログラフィック記録装置10により、前記参照光と、記録データを振幅空間光変調器30で変調した物体光とを干渉させて、ホログラフィック記録媒体18にホログラフィック記録を行なう。

#### 【0067】

次に、図10 (D) に示されるように、非変調の参照光を固定したまま、前記位相コードマスク58Aを回転して、法線59と物体光Obがなす角を $\theta_2$ とすると、回折光として、前記No. 2の位相コードパターンで位相変調された参照光が出射する。

#### 【0068】

従って、位相コードマスク58Aを回転することによって、高価且つ大型の位相空間光変調器を用いることなく、位相コード多重記録を行なうことができる。

#### 【0069】

なお、図10においては、説明を単純化するために、2種類の位相コードパターンによる多重化を説明したが、多数の位相コードパターンを用いて多重記録する場合にも当然適用される。但し、位相コードマスクに多重化するコード数が増えるほど回折効率が低下するので、記録や再生のデータレートとのトレードオフに考慮する必要がある。

#### 【0070】

次に、図11及び図12を用いて位相コードマスク材料に、位相コードパターンを球面シフト多重記録する場合について説明する。

#### 【0071】

まず、図11 (A) に示される位相コードパターンNo. 1で変調された参照光と非変調の物体光との干渉縞を、位相コードマスク材料58に記録する。このとき、参照光と物体光の少なくとも一方は、略球面状の波面（等位相面）をもった球面波とする。図11 (A) では、説明を簡略化するために、参照光と物体光の、位相コードマスク材料58への入射角が等しい配置としているが、これは異なる配置であってもよい。

#### 【0072】

次に、位相コードマスク材料58の記録面に垂直な方向をZ軸とし、参照光と物体光を含む平面に垂直な方向をY軸として、位相コードマスク材料58をXY平面内で、前述のホログラフィック記録装置40における並進装置44により、並進移動させて、図11 (B) に示される位相コードパターンNo. 2を前記と同様の露光方法で記録する。

#### 【0073】

このときの並進移動量が位相コードマスク材料58の厚さ、露光のスポットサイズと波長、NA（開口数）、入射角等によって決まる $\Delta$ の値（10 May 1996/Vol. 35, No. 14/APPLIED OPTICS P2403~2416参照）よりも大きければ、ホログラムの選択性が働き、2つの位相コードパターンNo. 1、No. 2を独立に再生することができる。又、前記のX、Y、Z軸のうち、Y軸方向（ $\Delta Y$ ）よりもX軸方向（ $\Delta X$ ）の方がかなり小さく、僅かな並進移動量でよいことが分かる。

#### 【0074】

なお、シフト方向はX軸又はY軸に限定されるものでなく、例えばX軸から $\theta$  ( $0 < \theta < 90^\circ$ ) の方向であってもよく、その場合には $\Delta X$ と $\Delta Y$ の中間の $\Delta$ の値をとることになる。

#### 【0075】

X軸及びY軸方向の両方にシフト多重記録を行なった場合、図12に示される位相コードマスク58Bのようなホログラム配列となる。

#### 【0076】

ここで、位相コードマスク58Bのサイズ及びシフト量 $\Delta$ の値は、記録再生光学系の設計と必要な位相コードパターンの総数によって決めればよいが、回折効率、即ち記録再生システムの記録再生ビーム利用効率の観点からは $\Delta$ が大きいほど好ましい。

#### 【実施例3】

##### 【0077】

次に、図13に示される実施例3に係るホログラフィック記録装置80について説明する。

##### 【0078】

このホログラフィック記録装置80の構成部分のうち、前記ホログラフィック記録装置10を構成する部分と同一部分に、図1に示される符号と同一符号を付することにより説明を省略するものとする。

##### 【0079】

この実施例3のホログラフィック記録装置80は、透過型の位相コードマスク82を用い、これに、ビームエキスパンダ14からのレーザ光を照射して、0次回折光、即ち透過光を物体光とし、又回折光、即ち反射光を参照光として、ホログラフィック記録媒体18に干渉縞を記録するものである。

##### 【0080】

従って、この実施例3では、位相コードマスク82が、位相空間光変調器とミラーを兼ねるのみでなく、偏光ビームスプリッタをも兼ねる構成となっている。このため、部品点数の節減及びレーザ光の利用効率を向上させることができる。

##### 【0081】

特に、位相コードマスク82に多重化された位相コード数が多い場合には、1コード当たりの回折効率、即ち参照光量が小さくなるため、図1のホログラフィック記録装置10では無駄になっていた透過光量が大きくなり、レーザ光の利用効率を向上させている。

##### 【0082】

なお、このホログラフィック記録装置80においても、前記位相コードマスク82をマスク駆動装置により並進移動させたり、角度変調をさせるようにしてもよい。この場合、フーリエレンズ28も同期して駆動する必要がある。

##### 【0083】

又、予め位相コードマスク82に、光軸対称なグレーティング強度分布を与えておき、ビームエキスパンダ14の拡大倍率で回折効率を制御する等を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0084】

【図1】 本発明の実施例1に係るホログラフィック記録装置を示す光学系統図

【図2】 同実施例1におけるホログラフィック再生装置を示す光学系統図

【図3】 実施例2に係るホログラフィック記録装置を示す光学系統図

【図4】 同実施例2における位相コードマスク及びこれを並進移動させるためのマスク駆動装置を模式的に示す斜視図

【図5】 前記位相コードマスクを製造するための位相コードマスク製造装置を示す一部ブロック図を含む光学系統図

【図6】 同位相コードマスク製造装置に用いる位相空間光変調器における位相コードパターンを模式的に示す斜視図

【図7】 同位相コードパターンによる入射光と透過光との波面の相対的位相差を示す

線図

【図 8】位相コードマスクを製造する際の参照光と物体光及び干渉縞を模式的に示す断面図

【図 9】同製造された位相コードマスクに物体光を照射して回折光を得る過程を模式的に示す断面図

【図 10】位相コードマスクに角度多重記録を行ない、且つ角度多重記録された位相コードマスクに参照光を入射した状態を模式的に示す断面図

【図 11】位相コードマスクに球面波シフト多重記録を行なう場合の、物体光と参照光及び干渉縞を模式的に示す断面図

【図 12】同球面波シフト多重記録によって位相コードが多重記録された位相コードマスクを模式的に示す平面図

【図 13】本発明の実施例 3 に係るホログラフィック記録装置を示す光学系統図

【符号の説明】

【0085】

10、40、80…ホログラフィック記録装置

12、52…レーザ光源

14…ビームエキスパンダ

16、56…偏光ビームスプリッタ

18…ホログラフィック記録媒体

20、60…参照光学系

22、62…物体光学系

24、64… $1/2$ 波長板

26、42、58A、58B、72、82…位相コードマスク (PCM)

28、32…フーリエレンズ

30…振幅空間光変調器

34…ホログラフィック再生装置

38…CCD

44…並進装置

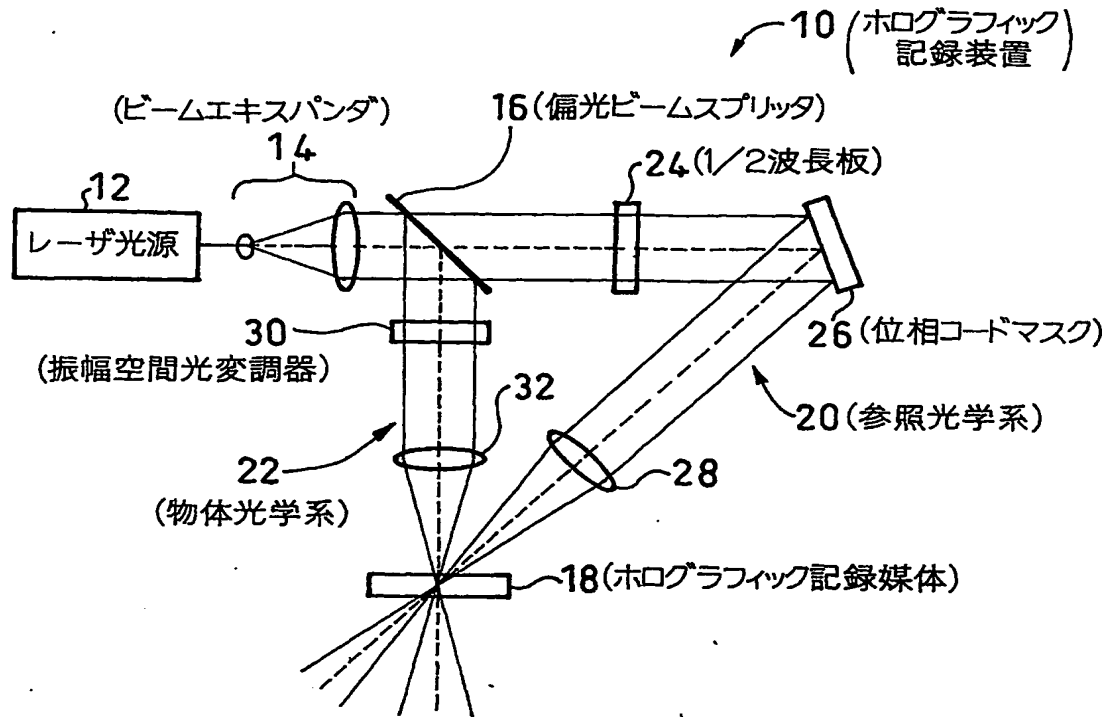
48…結像レンズ

50…コードマスク製造装置

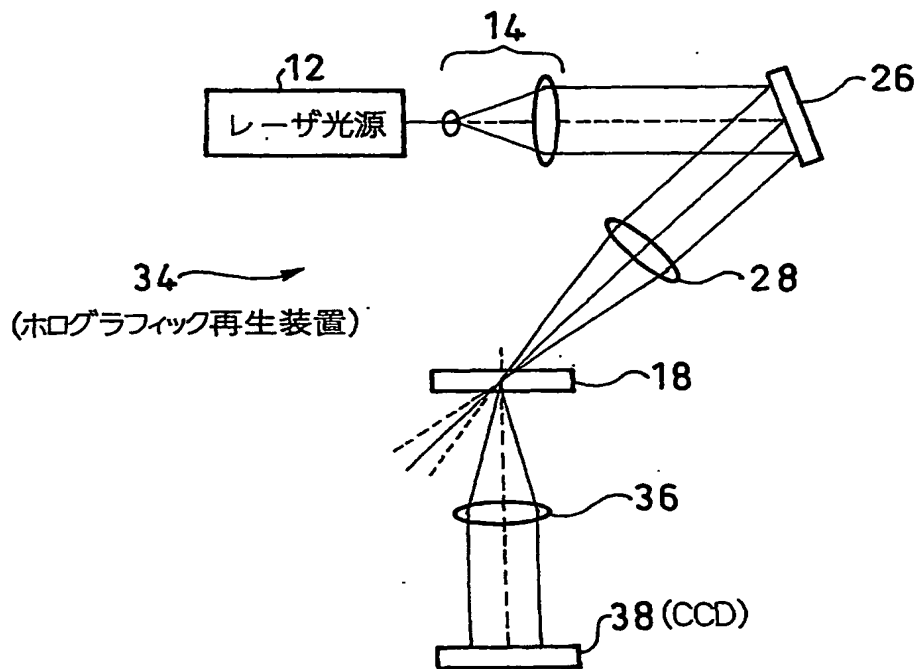
58…位相コードマスク材料

【書類名】 図面

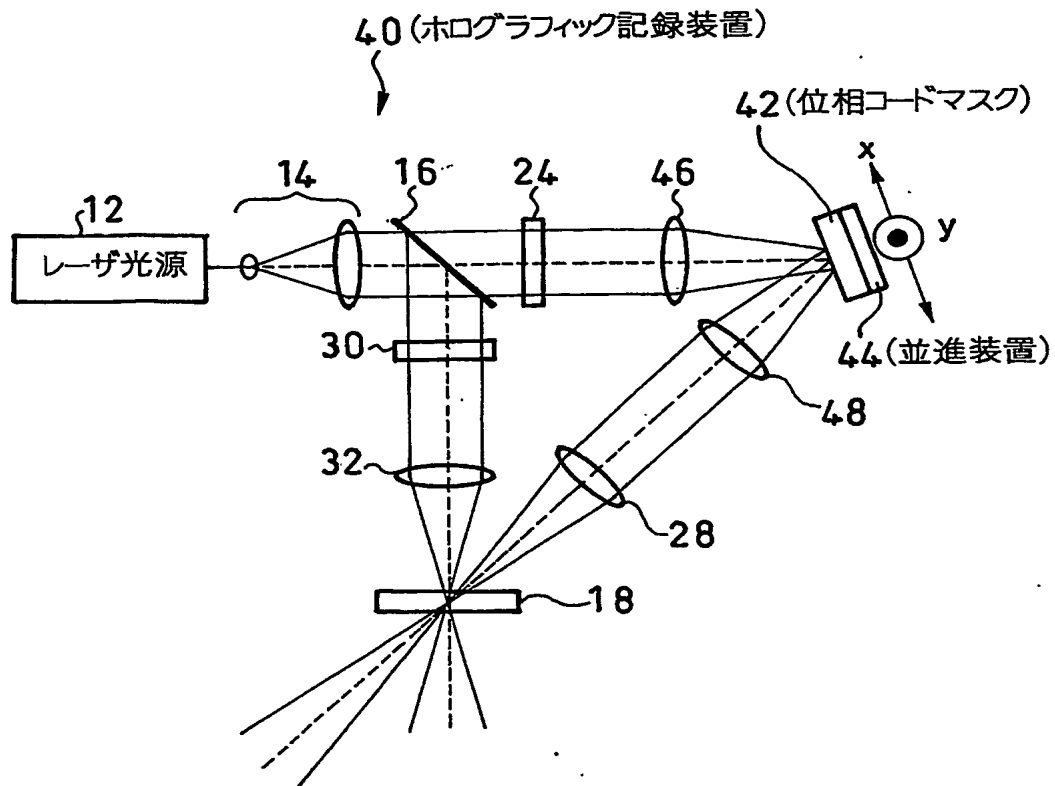
【図 1】



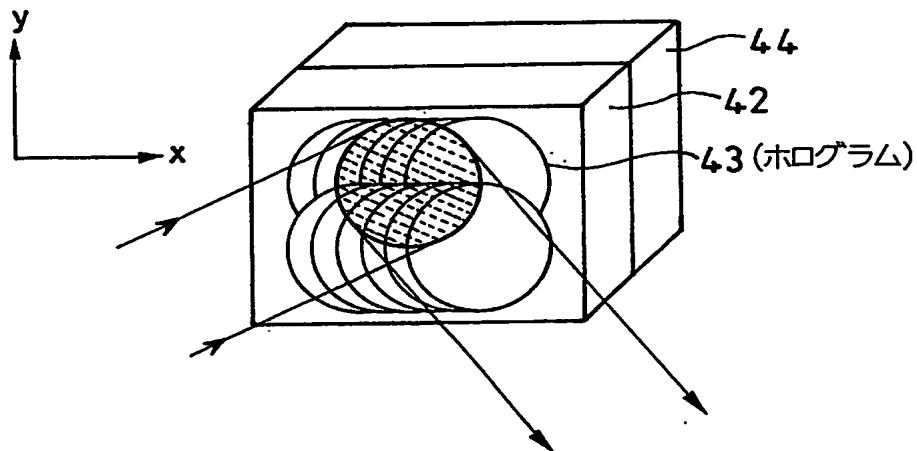
【図 2】



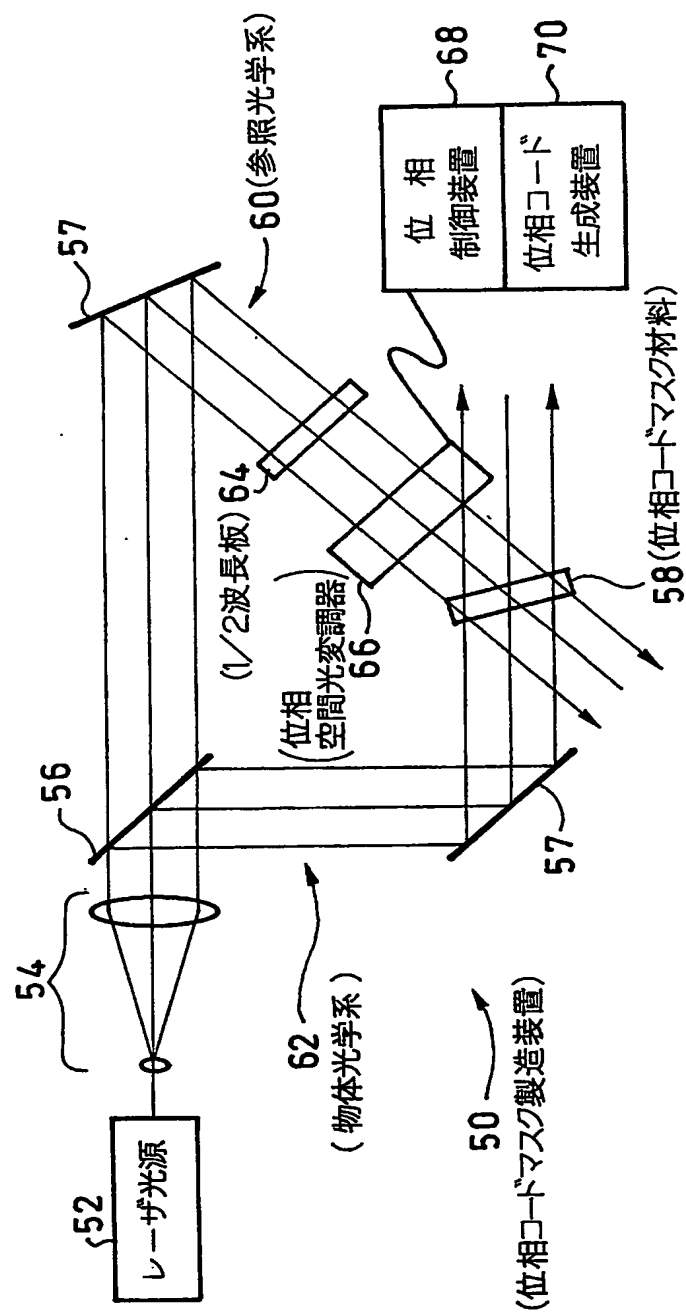
【図 3】



【図 4】

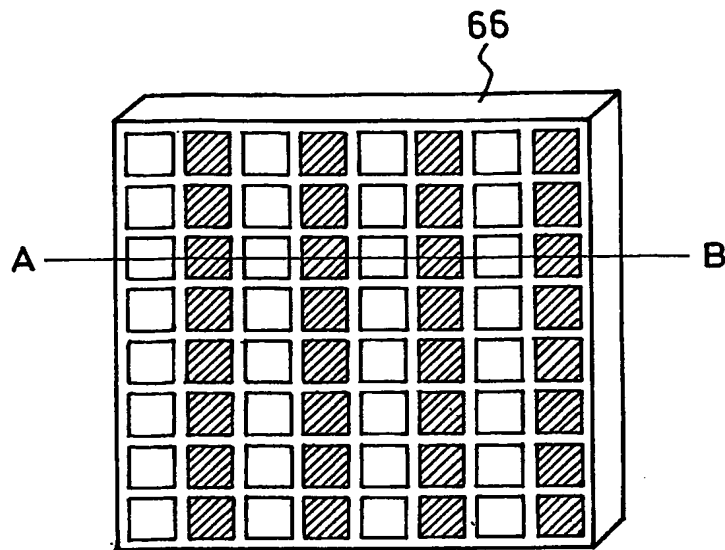


【図 5】

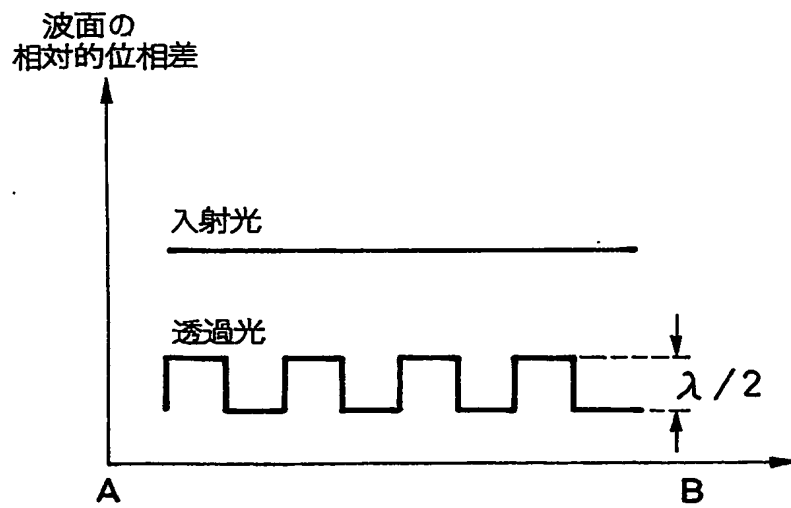




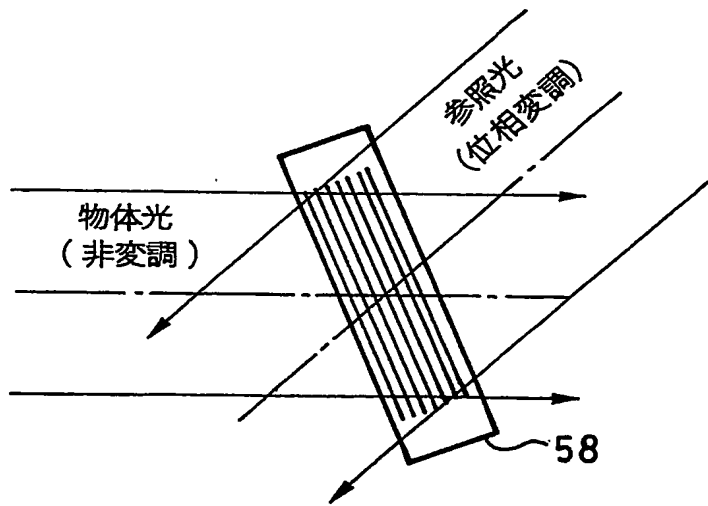
【図 6】



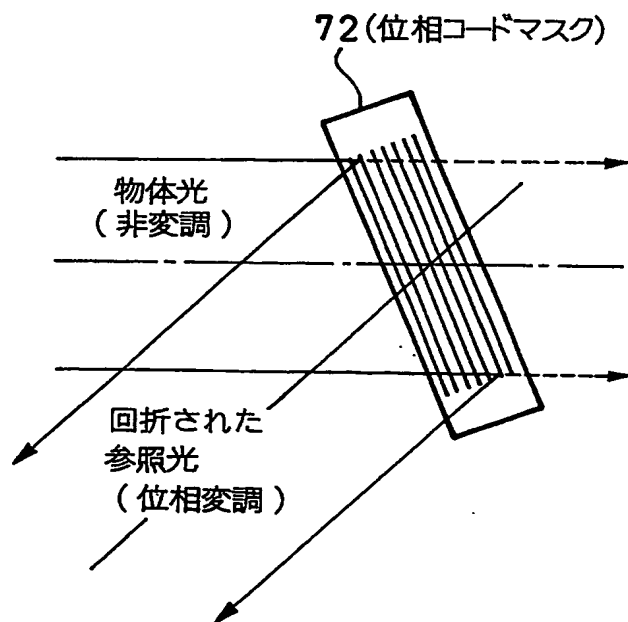
【図 7】



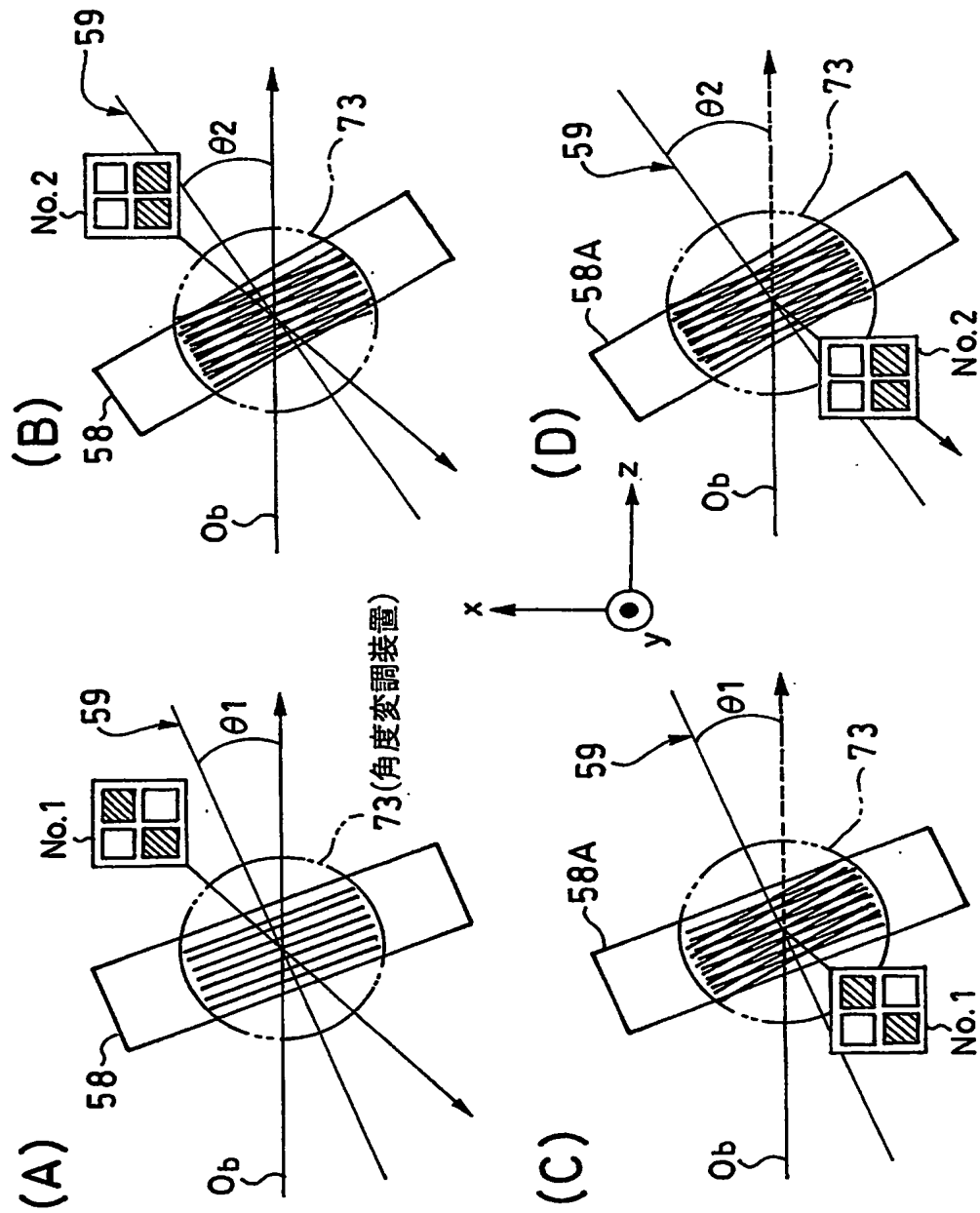
【図 8】



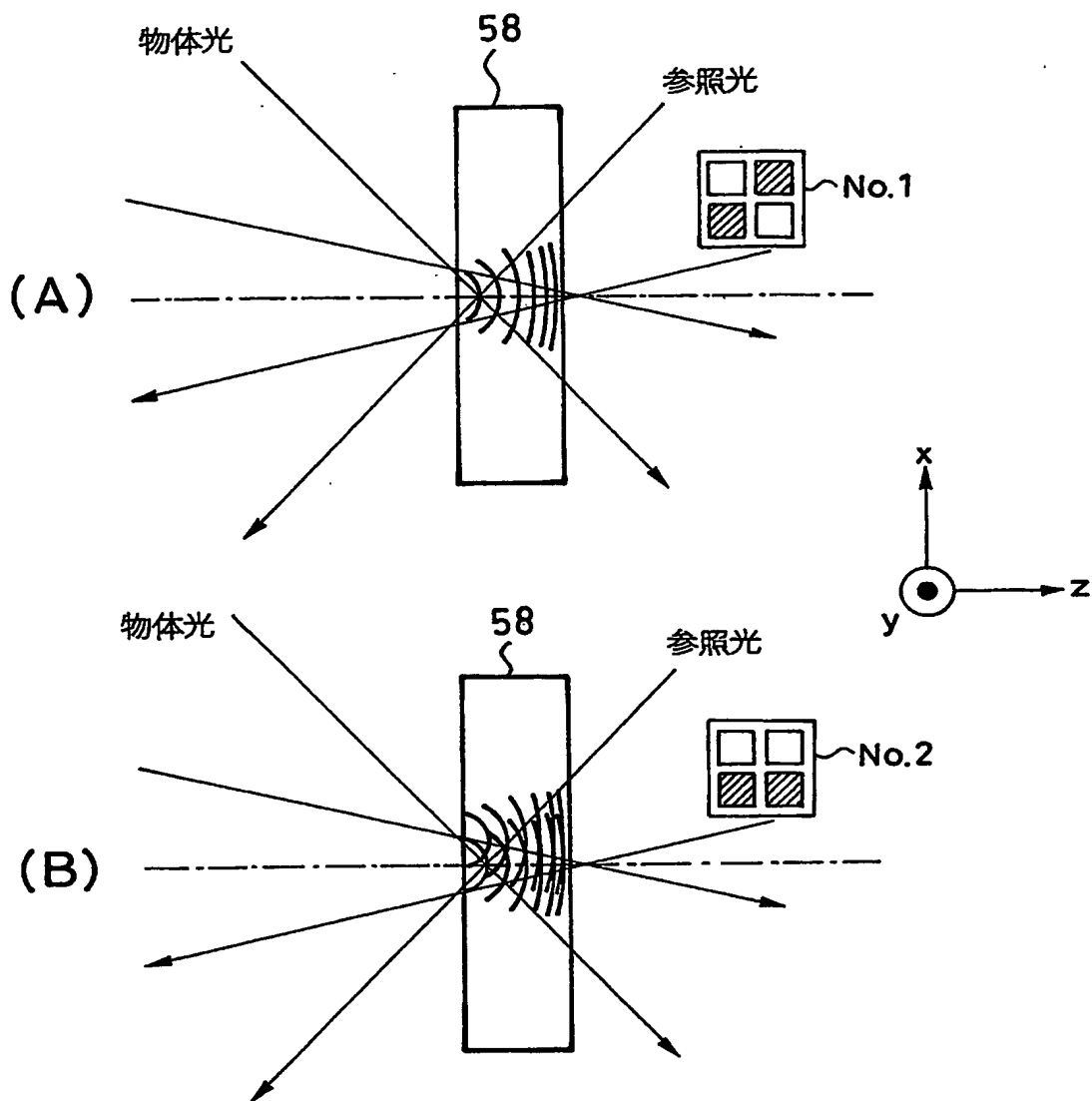
【図 9】



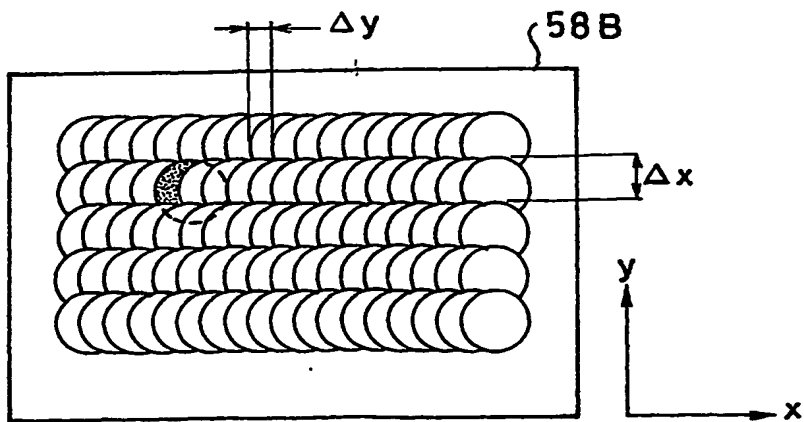
【図 10】



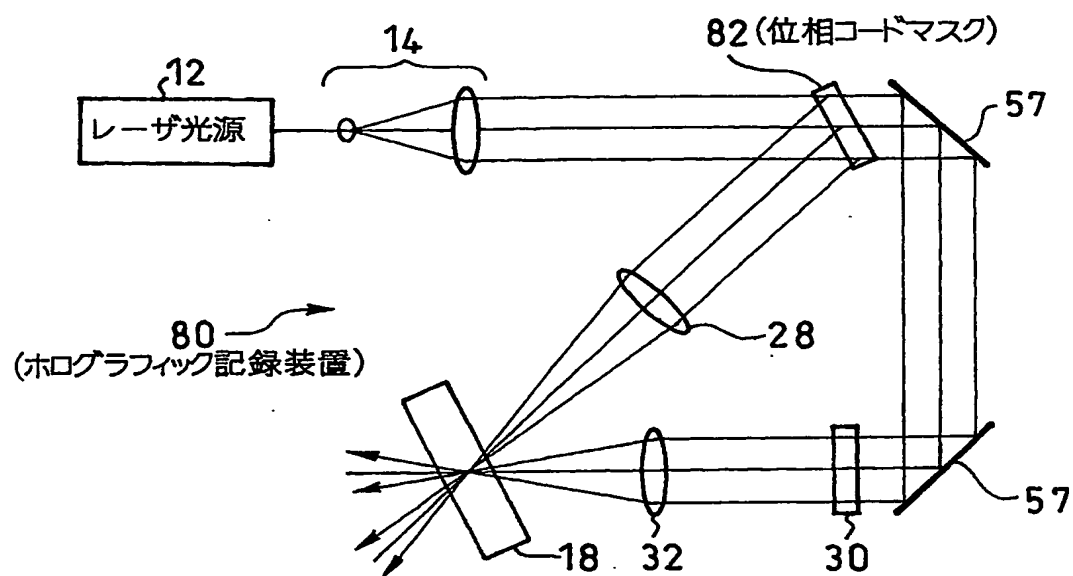
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】位相空間光変調器を用いることなく、位相コード多重記録ができるホログラフィック記録方法及び装置

【解決手段】ホログラフィック記録装置 10 は、その参照光学系 20 に、予め位相コードパターンがホログラムとして記録されている位相コードマスク 26 を用い、ホログラフィック記録媒体に照射される参照光を位相空間光変調器に代えて位相空間変調する。

【選択図】図 1

特願 2 0 0 3 - 3 3 1 8 8 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 6 7 ]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 6 月 2 7 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

氏 名

T D K 株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**